

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-187810

(P2003-187810A)

(43)公開日 平成15年7月4日(2003.7.4)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 01 M 4/86  
8/02

識別記号

8/10

F I

H 01 M 4/86  
8/02

8/10

テマコト<sup>®</sup>(参考)

M 5 H 0 1 8  
B 5 H 0 2 6

E

Y

審査請求 未請求 請求項の数72 O.L (全 13 頁)

(21)出願番号

特願2001-379985(P2001-379985)

(22)出願日

平成13年12月13日(2001.12.13)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 高井 雄一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(74)代理人 100110434

弁理士 佐藤 勝

Fターム(参考) 5H018 AA06 AS02 AS03 BB07 BB08

BB12 CC06 DD03

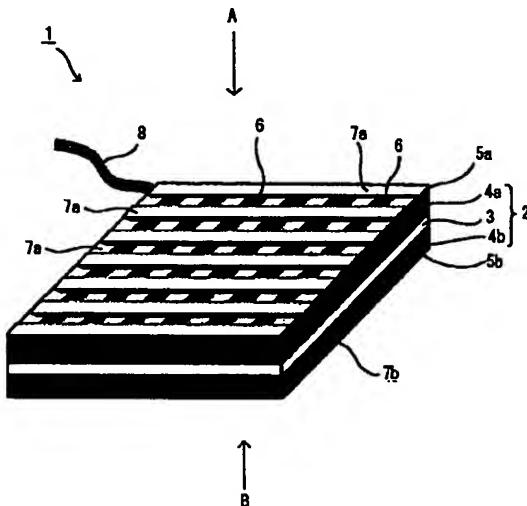
5H026 AA06 BB04 BB08 CC04 CC10

(54)【発明の名称】 発電体構造及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 良好的な発電効率を備え、安定した発電が可能な燃料電池用の発電体及びこれを用いた燃料電池を提供する。

【解決手段】 プロトン伝導体膜と、面状電極と、流体拡散層と、導電体層とが積層されてなる発電体構造であって、上記導電体層が、上記流体拡散層の主面上に固着形成されてなることを特徴とする。以上のような本発明に係る発電体構造では、導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されている。これにより、この発電体では、発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続が確実に確保される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プロトン伝導体膜と、面状電極と、流体拡散層と、導電体層とが積層されてなる発電体構造であって、

上記導電体層が、上記流体拡散層の主面上に固着形成されてなることを特徴とする発電体構造。

【請求項 2】 上記プロトン伝導体膜と、上記面状電極と、上記流体拡散層と、上記導電体層とがこの順で積層されてなることを特徴とする請求項 1 記載の発電体構造。

【請求項 3】 上記プロトン伝導体膜と、上記面状電極と、上記導電体層と、上記流体拡散層とがこの順で積層されてなることを特徴とする請求項 1 記載の発電体構造。

【請求項 4】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上に直接形成されてなることを特徴とする請求項 1 記載の発電体構造。

【請求項 5】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上に導電性ペーストを塗布することにより形成されてなることを特徴とする請求項 4 記載の発電体構造。

【請求項 6】 上記導電性ペーストは、印刷により塗布されていることを特徴とする請求項 5 記載の発電体構造。

【請求項 7】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上にスパッタリングにより形成されてなることを特徴とする請求項 4 記載の発電体構造。

【請求項 8】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上に蒸着により形成されてなることを特徴とする請求項 4 記載の発電体構造。

【請求項 9】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上にメッキにより形成されてなることを特徴とする請求項 4 記載の発電体構造。

【請求項 10】 上記導電体層は、上記流体拡散層に導電性接着剤により導電体が固着されてなることを特徴とする請求項 1 記載の発電体構造。

【請求項 11】 上記導電体は、金属材料からなることを特徴とする請求項 10 記載の発電体構造。

【請求項 12】 上記導電体層は、流体が透過可能な流体透過部を有することを特徴とする請求項 1 記載の発電体構造。

【請求項 13】 上記流体透過部は、上記導電体層を切り欠いた開口部であることを特徴とする請求項 12 記載の発電体構造。

【請求項 14】 上記流体透過部は、複数個形成されていることを特徴とする請求項 12 記載の発電体構造。

【請求項 15】 プロトン伝導体膜と、当該プロトン伝導体膜を挟む一対の面状電極と、当該一対の面状電極を挟む一対の流体拡散層と、当該一対の流体拡散層に当接する一対の導電体層とを備え、

上記一対の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層

が、上記流体拡散層の主面上に固着形成されてなることを特徴とする発電体。

【請求項 16】 上記導電体層が、上記流体拡散層の上記面状電極と反対側の主面上に固着形成されてなることを特徴とする請求項 15 記載の発電体。

【請求項 17】 上記導電体層が、上記流体拡散層の上記面状電極側の主面上に固着形成されてなることを特徴とする請求項 15 記載の発電体。

10 【請求項 18】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上に直接形成されてなることを特徴とする請求項 15 記載の発電体。

【請求項 19】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上に導電性ペーストを塗布することにより形成されてなることを特徴とする請求項 18 記載の発電体。

【請求項 20】 上記導電性ペーストは、印刷により塗布されていることを特徴とする請求項 19 記載の発電体。

【請求項 21】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上にスパッタリングにより形成されてなることを特徴とする請求項 18 記載の発電体。

【請求項 22】 上記導電体は、上記流体拡散層の主面上に蒸着により形成されてなることを特徴とする請求項 18 記載の発電体。

【請求項 23】 上記導電体は、上記流体拡散層の主面上にメッキにより形成されてなることを特徴とする請求項 18 記載の発電体。

【請求項 24】 上記導電体層は、上記流体拡散層に導電性接着剤により導電体が固着されてなることを特徴とする請求項 15 記載の発電体。

【請求項 25】 上記導電体は、金属材料からなることを特徴とする請求項 24 記載の発電体。

【請求項 26】 上記面状電極の一方は水素側電極であり、且つ他方は酸素側電極であることを特徴とする請求項 15 記載の発電体。

【請求項 27】 上記導電体層は、流体が透過可能な流体透過部を有することを特徴とする請求項 15 記載の発電体。

【請求項 28】 上記流体透過部は、上記導電体層を切り欠いた開口部であることを特徴とする請求項 27 記載の発電体。

【請求項 29】 上記流体透過部は、複数個形成されていることを特徴とする請求項 27 記載の発電体。

【請求項 30】 発電体に燃料及び酸化剤を供給することにより発電する燃料電池であって、  
プロトン伝導体膜と、当該プロトン伝導体膜を挟む一対の面状電極と、当該一対の面状電極を挟む一対の流体拡散層と、当該一対の流体拡散層に当接する一対の導電体層とを備え、当該一対の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層が上記流体拡散層の主面上に固着形成されてなる発電体を有することを特徴とする燃料電池。

【請求項31】 上記導電体層が、上記流体拡散層の上記面状電極と反対側の主面上に固着形成されてなることを特徴とする請求項30記載の燃料電池。

【請求項32】 上記導電体層が、上記流体拡散層の上記面状電極側の主面上に固着形成されてなることを特徴とする請求項30記載の燃料電池。

【請求項33】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上に直接形成されてなることを特徴とする請求項30記載の燃料電池。

【請求項34】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上に導電性ペーストを塗布することにより形成されてなることを特徴とする請求項33記載の燃料電池。 10

【請求項35】 上記導電性ペーストは、印刷により塗布されていることを特徴とする請求項34記載の燃料電池。

【請求項36】 上記導電体層は、上記流体拡散層の主面上にスパッタリングにより形成されてなることを特徴とする請求項33記載の燃料電池。

【請求項37】 上記導電体は、上記流体拡散層の主面上に蒸着により形成されてなることを特徴とする請求項33記載の燃料電池。 20

【請求項38】 上記導電体は、上記流体拡散層の主面上にメッキにより形成されてなることを特徴とする請求項33記載の燃料電池。

【請求項39】 上記導電体層は、上記流体拡散層に導電性接着剤により導電体が固着されてなることを特徴とする請求項30記載の燃料電池。

【請求項40】 上記導電体は、金属材料からなることを特徴とする請求項39記載の燃料電池。

【請求項41】 上記面状電極の一方は水素側電極であり、且つ他方は酸素側電極であることを特徴とする請求項30記載の燃料電池。 30

【請求項42】 上記導電体層は、流体が透過可能な流体透過部を有することを特徴とする請求項30記載の燃料電池。

【請求項43】 上記流体透過部は、上記導電体層を切り欠いた開口部であることを特徴とする請求項42記載の燃料電池。

【請求項44】 上記流体透過部は、複数個形成されていることを特徴とする請求項42記載の燃料電池。

【請求項45】 上記水素側電極に当接した上記流体拡散層に上記流体透過部を通して水素を供給することを特徴とする請求項42記載の燃料電池。

【請求項46】 上記酸素側電極に当接した上記流体拡散層に上記流体透過部を通して酸素を供給することを特徴とする請求項42記載の燃料電池。

【請求項47】 プロトン伝導体膜と、面状電極と、流体拡散層と、導電体層とを積層する発電体構造の製造方法であって、上記導電体層を上記流体拡散層の主面上に固着形成することを特徴とする発電体構造の製造方法。 40

【請求項48】 上記プロトン伝導体膜と、上記面状電極と、上記流体拡散層と、上記導電体層とをこの順で積層することを特徴とする請求項47記載の発電体構造の製造方法。

【請求項49】 上記プロトン伝導体膜と、上記面状電極と、上記導電体層と、上記流体拡散層とをこの順で積層することを特徴とする請求項47記載の発電体構造の製造方法。

【請求項50】 上記導電体層を上記流体拡散層の主面上に直接形成することを特徴とする請求項47記載の発電体構造の製造方法。

【請求項51】 上記流体拡散層の主面上に導電性ペーストを塗布することにより上記導電体層を形成することを特徴とする請求項50記載の発電体構造の製造方法。

【請求項52】 上記導電性ペーストを印刷により塗布することを特徴とする請求項51記載の発電体構造の製造方法。

【請求項53】 上記導電体層をスパッタリングにより形成することを特徴とする請求項50記載の発電体構造の製造方法。

【請求項54】 上記導電体層を蒸着により形成することを特徴とする請求項50記載の発電体構造の製造方法。

【請求項55】 上記導電体をメッキにより形成することを特徴とする請求項50記載の発電体構造の製造方法。

【請求項56】 上記流体拡散層の主面上に導電性接着剤により導電体を固着することを特徴とする請求項47記載の発電体構造の製造方法。

【請求項57】 上記導電体は、金属材料からなることを特徴とする請求項56記載の発電体構造の製造方法。

【請求項58】 上記導電体層に、流体が透過可能な流体透過部を形成することを特徴とする請求項47記載の発電体構造の製造方法。

【請求項59】 上記流体透過部を複数個形成することを特徴とする請求項58記載の発電体構造の製造方法。

【請求項60】 プロトン伝導体膜と、当該プロトン伝導体膜を挟む一対の面状電極と、当該一対の面状電極を挟む一対の流体拡散層と、当該一対の流体拡散層に当接する一対の導電体層とを備える発電体の製造方法であって、

上記一対の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層を上記流体拡散層の主面上に固着形成することを特徴とする発電体の製造方法。

【請求項61】 上記導電体層を上記流体拡散層の上記面状電極と反対側の主面上に固着形成することを特徴とする請求項60記載の発電体の製造方法。

【請求項62】 上記導電体層を上記流体拡散層の上記面状電極側の主面上に固着形成することを特徴とする請求項60記載の発電体の製造方法。 50

【請求項63】 上記導電体層を上記流体拡散層の主面上に直接形成することを特徴とする請求項60記載の発電体の製造方法。

【請求項64】 上記流体拡散層の主面上に導電性ペーストを塗布することにより上記導電体層を形成することを特徴とする請求項63記載の発電体の製造方法。

【請求項65】 上記導電性ペーストを印刷により塗布することを特徴とする請求項64記載の発電体の製造方法。

【請求項66】 上記導電体層をスパッタリングにより形成することを特徴とする請求項63記載の発電体の製造方法。 10

【請求項67】 上記導電体層を蒸着により形成することを特徴とする請求項63記載の発電体の製造方法。

【請求項68】 上記導電体をメッキにより形成することを特徴とする請求項63記載の発電体の製造方法。

【請求項69】 上記流体拡散層の主面上に導電性接着剤により導電体を固着することを特徴とする請求項60記載の発電体の製造方法。

【請求項70】 上記導電体は、金属材料からなることを特徴とする請求項69記載の発電体の製造方法。 20

【請求項71】 上記導電体層に、流体が透過可能な流体透過部を形成することを特徴とする請求項60記載の発電体の製造方法。

【請求項72】 上記流体透過部を複数個形成することを特徴とする請求項71記載の発電体の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プロトン伝導体膜を用いた発電体構造及びその製造方法、発電体及びその製造方法、並びに燃料電池に関する。 30

##### 【0002】

【従来の技術】近年、新たな発電システムとして、水素を燃料として水素と酸素の電気化学反応によって電気を発生させる燃料電池システムが注目されている。燃料電池は、水素と酸素とが反応して水が生成される際に発生するエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置である。燃料電池は、電気エネルギーを取り出す際に有害な副次生成物が発生しないことから、地球環境に優しいクリーンな発電装置であり、今後ますます用途が広がるものとして期待されている。 40

【0003】燃料電池は、燃料を供給することで発電体に電力を発生させる装置であり、そのような燃料電池の一例として、プロトン伝導体膜を電極で挟んだ構造を有し、所望の起電力を得る燃料電池がある。このような燃料電池は、自動車などの車両に搭載して電気自動車やハイブリット式車両としての応用が大きく期待されている他、その軽量化や小型化が容易となる構造から、現状の乾電池や充電式電池の如き用途に限らず、例えば携帯可能な機器への応用が研究や開発の段階にある。 50

【0004】ここで、プロトン伝導体膜を用いた燃料電池について、簡単に図16を参照しながら説明する。プロトン伝導体膜101は水素側電極102と酸素側電極103に挟持され、解離したプロトン( $H^+$ )は四面矢印方向に沿って水素側電極102から酸素側電極103に向かってプロトン伝導体膜101の膜中を移動する。水素側電極102とプロトン伝導体膜101の間には、触媒層102aが形成され、酸素側電極103とプロトン伝導体膜101の間には、触媒層103aが形成される。使用時には、水素側電極102では導入口104から例えば水素( $H_2$ )が燃料として供給され、排出口105から水素が排出される。そして、燃料である水素( $H_2$ )が流路106を通過する間にプロトンを発生し、このプロトンは酸素側電極103に移動する。この移動するプロトンが、導入口107から流路108に供給されて排気口109に向かう酸素(空気)と反応することにより所望の起電力が取り出される。

【0005】このような構成の燃料電池では、水素を燃料とする場合、負極である水素側電極では触媒と高分子電解質の接触界面において、 $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ の如き反応が生ずる。酸素を酸化剤とした場合、正極である酸素側電極では同様に $1/2O_2 + 2H^+ + 2e^- = H_2O$ の如き反応が起こり、水が生成される。プロトン伝導体膜101でプロトンが解離しつつ、触媒層102aから供給されるプロトンが酸素側電極103に移動するので、プロトンの伝導率が高くなるという特徴がある。 50

##### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、燃料電池、特にスタック型の燃料電池では、図17に示すように集電体112として緻密性カーボンまたは金属などからなり平坦面に溝状の流路を形成したプレートまたはブロック状のものを用いている。これらは、通常、セパレータと呼ばれている。そして、プロトン伝導体膜を触媒電極で挟み込み、さらにこれを流体拡散層で挟み込むことにより構成されたものは、MEA(membrane electrode assembly)111と呼ばれている。また、プロトン伝導体膜を、流体拡散層に触媒電極層を形成したもので挟み込むことによりMEAを形成する場合もある。

【0007】ここで、従来の燃料電池においては、集電体112とMEA111とを積層して加圧することにより集電体112とMEA111との電気的な接続がなされている。この場合、接触により電気的接続がなされるため大きな抵抗が発生し、さらに接触平面内の圧力分布、圧力の大きさ等によって抵抗値が変化してしまう。また、上述した流体拡散層には、多孔質カーボンペーパーやカーボンクロスが広く用いられている。このため、接触平面内の圧力分布にばらつきが生じ易く、部分的に非常に大きな抵抗値を示す場合があり、これに起因した発電効率の低下が生じている。また、安定した発電を行ううえでは、加圧状態が変化することによる抵抗の変化

も問題となる。

【0008】これらの問題の対策としては、加圧力を大きくすることや面内分布を均一化させること等が行われているが、上述したような問題を十分に改善するには至っていない。また、燃料電池の小型化や薄型化を図るために、加圧力の増加や圧力分布の均一化自体が困難である場合もあり、根本的な解決策とはなっていない。

【0009】そこで、本発明は、上述した従来の実情を勘案して創案されたものであり、良好な発電効率を備え、安定した発電が可能な燃料電池用の発電体構造と発電体、及びその製造方法、並びにこれを用いた燃料電池を提供することを目的とする。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】以上のような目的を達成する本発明に係る発電体構造は、プロトン伝導体膜と、面状電極と、流体拡散層と、導電体層とが積層されてなる発電体構造であって、導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されてなることを特徴とするものである。

【0011】以上のような本発明に係る発電体構造では、導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されている。これにより、この発電体では、発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続が確実に確保される。

【0012】また、以上のような目的を達成する本発明に係る発電体は、プロトン伝導体膜と当該プロトン伝導体膜を挟む一对の面状電極と当該一对の面状電極を挟む一对の流体拡散層と当該一对の流体拡散層に当接する一对の導電体層とを備え、一对の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されてなることを特徴とするものである。

【0013】以上のように構成された本発明に係る発電体は、一对の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されている。これにより、この発電体では、発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続が確実に確保される。

【0014】また、以上のような目的を達成する本発明に係る燃料電池は、発電体に燃料及び酸化剤を供給することにより発電する燃料電池であって、プロトン伝導体膜と当該プロトン伝導体膜を挟む一对の面状電極と当該一对の面状電極を挟む一对の流体拡散層と当該一对の流体拡散層に当接する一对の導電体層とを備え、当該一对の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されてなる発電体を有することを特徴とするものである。

【0015】以上のように構成された本発明に係る燃料電池においては、発電体が、一对の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されることにより構成されている。これにより、この燃料電池では、その発電体において当該発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続が確実に

確保される。

【0016】また、以上の目的を達成する本発明に係る発電体構造の製造方法は、プロトン伝導体膜と面状電極と流体拡散層と導電体層とを積層する発電体構造の製造方法であって、導電体層を流体拡散層の主面上に固着形成することを特徴とするものである。

【0017】以上のような本発明に係る発電体構造の製造方法においては、流体拡散層の主面上に導電体層を固着形成する。これにより、この発電体構造の製造方法によれば、発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続が確実に確保された発電体構造が実現される。

【0018】また、以上の目的を達成する本発明に係る発電体の製造方法は、プロトン伝導体膜と当該プロトン伝導体膜を挟む一对の面状電極と当該一对の面状電極を挟む一对の流体拡散層と当該一对の流体拡散層に当接する一对の導電体層とを備える発電体の製造方法であって、一对の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層を流体拡散層の主面上に固着形成することを特徴とするものである。

【0019】以上のような本発明に係る発電体の製造方法においては、流体拡散層の主面上に導電体層を固着形成する。これにより、この発電体の製造方法によれば、発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続が確実に確保された発電体が実現される。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る発電体構造、発電体、燃料電池、及び製造方法を、図面を参照しながら詳説する。まず、基本となる発電体構造及び発電体について説明する。

【0021】本発明に係る発電体構造は、プロトン伝導体膜と、面状電極と、流体拡散層と、導電体層とが積層されてなる発電体構造であって、導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されてなることを特徴とするものである。また、本発明に係る発電体は、プロトン伝導体膜と、当該プロトン伝導体膜を挟む一对の面状電極と、当該一对の面状電極を挟む一对の流体拡散層と、当該一对の流体拡散層を挟む一对の導電体層とを備え、一对の導電体層が一对の流体拡散層の面状電極と反対側の主面上に固着形成されてなることを特徴とするものである。

【0022】図1は、本発明を適用して構成した固体高分子電解質型燃料電池の最小発電単位である单セル、すなわち発電体1の基本構成を示す斜視図である。また、図2はその断面図であり、図3は、正面図である。発電体1の基本構成となる膜電極複合体2(MEA: Membrane Electrode Assembly、以下MEAと呼ぶ。)は、プロトン伝導体3の役割を果たす高分子電解質膜の両側に水素側触媒電極4aと酸素側触媒電極4bとからなる一对の触媒電極層4を接合して形成されている。

【0023】このようなMEA2としては、例えば、P

R E M E A (商品名、ゴアテックス社製)等のように伝導体膜に直接触媒電極が転写されているようなCCM (Catalyst Coated Membrane)と呼ばれるもの等があり、この場合、両面から多孔質カーボンシートで挟まれる形でMEAが形成される。また、プロトン伝導体を後述する流体拡散層5に触媒電極層4を形成したもので挟み込むことによりMEA2を形成することもできる。

【0024】MEA2の外側には水素側流体拡散層5aと酸素側流体拡散層5bとからなり流体拡散層5の役割を果たすものとして一対の多孔質カーボンベーパーが配されている。さらにその外側には流路としての開口部6を備えた水素側集電体層7aと酸素側集電体層7bとかなる一対の集電体層7が配されており、流体拡散層5である多孔質カーボンベーパーを介してMEA2の触媒電極層4へと供給される燃料である水素および酸化剤である酸素を含む空気を通流させるとともに発電により得られた電流を外部に伝える働きをしている。

【0025】ここで、図1においては、発電体1に対して矢印Aの方向から水素が供給され、また、矢印Bの方向から酸素が供給される。そして、集電体層7には、流体が透過可能な流体透過部として開口部6が設けられている。この開口部6は、水素側集電体層7aに開口部6aが、酸素側集電体層7bに開口部6bが、水素側集電体層7a及び酸素側集電体層7bをそれぞれ所定の形状及び所定の大きさに切り欠いた形状に設けられており、この発電体1においてはこの開口部6a、6bを介して燃料としての水素や酸化剤としての酸素や空気等を発電体1に対して供給することが可能とされている。この開口部6a、6bは例えば格子状に設けることができるが、開口部6a、6bの形状及び大きさは特に限定されるものではなく、発電体1の発電能力等の諸条件を勘案して適宜設定されれば良い。

【0026】以上のような発電体1を電池として発電運転させる場合には、上述した開口部6を介して、図1中の矢印Aの方向から発電体1に対して水素を供給し、矢印Bの方向から酸素を含む空気を供給する。これにより水素側触媒電極4aへは水素が、また、酸素側触媒電極4bへは酸素を含む空気が供給され、MEA2内における発電反応により得られた電流は集電体層7によって集電され、端子8を通じて外部に取出される。

【0027】このように構成された発電体1においては、上述した集電体層7が流体拡散層5の触媒電極層4と反対側の主面上に固着形成されている。ここで、集電体層7は、少なくとも流体拡散層5から容易に剥離しない程度の密着性を有して流体拡散層5の触媒電極層4と反対側の主面上に固着形成されている。この発電体1では、集電体層7が流体拡散層5の触媒電極層4と反対側の主面上に固着形成されることにより、発電体を加圧することなく流体拡散層5を介してMEA2と集電体層7との電気的な接続が実現されている。これにより、

発電体1では、MEA2と集電体層7との間の抵抗値を大幅に低減することが可能とされ、その結果、発電効率を向上させることができる。

【0028】また、従来の加圧によりMEA2と集電体層7とを加圧により接触させる方法では、集電体層7と流体拡散層5との接触平面内における圧力分布にはばらつきが生じやすく、部分的に非常に大きな抵抗値を示す場合があり、これに起因した集電効率、発電効率の低下が生じている。また、集電体層7と流体拡散層5との接触平面内における圧力分布にはばらつきが生じた場合には、接触状態が完全ではなく接触面積が少なくなる虞があり、これも集電効率、発電効率の低下の原因となり、燃料電池の能力低下につながる。

【0029】しかしながら、この発電体1においては、集電体層7が流体拡散層5の触媒電極層4と反対側の主面上に固着形成されているため、集電体層7と流体拡散層5との接触平面は均等に且つ確実に接触した状態とされてMEA2と集電体層7との電気的接続が確保されており、集電体層7と流体拡散層5との接触平面内における圧力分布にはばらつきが生じることが無く、部分的に非常に大きな抵抗値を示す等の状況も起り得ない。したがって、この発電体1においては、集電体層7と流体拡散層5との接触面内における圧力分布や接触面積に起因した集電効率、発電効率の低下が生じることが防止されており、安定した発電を行うことが可能とされている。

【0030】また、従来の発電体においては、上述したような集電効率、発電効率の低下を補うために集電体層自体の厚みを厚くしたり、集電体層7と流体拡散層5との接触、すなわちMEA2と集電体層7との間の電気的接続を確保するためにボルト締結などの加圧手段を備えることが必要であり、集電体層、及びこれを用いた燃料電池の小型化・薄型化を図ることが困難である。

【0031】しかしながら、この発電体1においては、集電体層7が流体拡散層5の触媒電極層4と反対側の主面上に固着形成されることにより集電体層7と流体拡散層5との接觸、すなわちMEA2と集電体層7との間の電気的接続が確実になされているため、集電体層自体の厚みを増す必要が無い。また、集電体層7と流体拡散層5との接觸、すなわちMEA2と集電体層7との間の電気的接続を確保するためのボルト締結などの加圧手段を備える必要がない。したがって、この発電体1では、発電体1及びこれを用いる燃料電池の小型化・薄型化を実現することが可能とされている。そして、薄型化が可能とされるため、スタック型として用いる場合には、より多くの発電体を積層することが可能となり、より発電容量の大きな燃料電池の実現が可能とされる。

【0032】また、上述したような加圧手段を備える必要がないため、発電体の構造を簡略化することができ、また、これにより発電体1を製造する際の部品点数、組み立て工数を削減することができるため、大幅なコスト

ダウンが可能とされており、安価に発電体1を提供することが可能である。

【0033】このような集電体層7は、流体拡散層5の触媒電極層4と反対側の主面に薄膜形成されていることが好ましい。集電体層7として薄膜形成されたものを用いることにより発電体1自体の厚みを薄くすることができ、発電体1及びこれを用いる燃料電池の小型化・薄型化を実現することが可能である。また、集電体層7の厚みは、特に限定されるものではなく、集電体層7を構成する材料の集電特性等の諸条件を勘案して適宜設定されれば良い。

【0034】このような集電体層7は、例えば導電性ペーストを塗布することにより形成されたものを用いることができる。ここで、導電性ペーストとしては、エポキシ樹脂、ポリエステル等の高分子に導電性粒子、例えば金属粒子、カーボン粒子等を含有させたものを用いることができ、金属粒子としては、例えば金、銀、銅などを使用することができる。そして、導電性ペーストとしては、具体的には、金ペースト、銀ペースト、カーボンペースト、金属粒子として銀とカーボンを混在させた銀・カーボンペーストが好適である。また、導電性ペーストに用いる樹脂としては、特に限定はなく、溶剤を蒸発させることにより硬化させるタイプの樹脂や加熱することにより硬化させるタイプの樹脂など種々のタイプの樹脂を用いることが可能である。

【0035】しかしながら、集電体層7はこれに限定されるものではなく、従来公知の薄膜形成技術により形成されたものを用いることができ、例えばスパッタリング、蒸着、メッキ等の手法により形成されたものは、純粹に金属からなる集電体層7とされるため電気特性に優れたものとされ、好適である。

【0036】次に、このような発電体1の製造方法について説明する。発電体1を製造するには、まず、流体拡散層5である一对の多孔質カーボンペーパーの一主面にそれぞれ集電体層7を形成する。

【0037】集電体層7は、例えば上述した導電性ペーストをスクリーン印刷等の印刷技術により多孔質カーボンペーパーの主面に塗布することにより形成することができる。導電性ペーストを用いてスクリーン印刷により集電体層7を形成するには、図4に示すように流体拡散層5である多孔質カーボンペーパーの所定の位置にマスクとなるスクリーン11を配置する。ここで、スクリーン11には、所定の形状、すなわちスクリーン印刷を行った後に、所定の形状及び大きさの開口部6が形成されるような形状に開口部12が形成されている。すなわち、このスクリーン11においては、開口部6となる部分にスクリーン11が存在し、集電体層7が形成される部分が開口部12とされている。これにより、スクリーン印刷を行うことによりスクリーン11の開口部12の位置に導電性ペースト13が塗布される。

【0038】また、樹脂に金属粒子やカーボン粒子を含有させて構成した導電性ペースト13を用意する。そして、この開口部12から流体拡散層5である多孔質カーボンペーパー上にスキージ14を図4中の矢印Cで示す方向に移動操作することにより導電性ペースト13を押し出して導電性ペースト13を印刷、すなわち塗布する。

【0039】ここで、導電性ペースト13の印刷パターンは特に限定されるものではなく、発電体1において集電体層7としての機能が確保される限り、導電性ペースト13は種々の形状に塗布して集電体層13を形成することができる。また、導電性ペースト13の塗布厚も特に限定されるものではなく、印刷パターンと同様に発電体1において集電体層7としての機能が確保される限り、塗布厚は適宜変更可能である。例えば図5及び図6に示すように、流体拡散層5である多孔質カーボンペーパー上において外縁部を除いた部分のみに導電性ペースト13を印刷して集電体層7を形成しても良く、図7及び図8に示すように、流体拡散層5である多孔質カーボンペーパー上において、外縁部と長手方向のライン状の部分とを除いて導電性ペースト13を印刷することにより集電体層7を形成しても良い。また、図9及び図10に示すように、流体拡散層5である多孔質カーボンペーパー上において、長手方向に垂直な方向のライン状の部分以外に導電性ペースト13を印刷して集電体層7を形成しても良い。そして、図6、図8及び図10に示すように、導電性ペースト13の塗布厚、すなわち集電体層7の厚みも、任意の厚みに設定することができる。なお、図6は図5における線分D-D'における断面図であり、図8は図7における線分E-E'における断面図であり、図10は図9における線分F-F'における断面図である。

【0040】そして、導電性ペーストを印刷した後、導電性ペーストを硬化させるために乾燥あるいは加熱を行う。樹脂の選択によっては、加熱による硬化収縮によって導電性を飛躍的に向上させることも可能である。以上により集電体層7を形成することができる。

【0041】このようにして集電体層7が形成された流体拡散層5である多孔質カーボンペーパーを予め用意した例えはCCM等のMEA2に集電体層7が外側になるように配置して密着させることにより、流体拡散層5に集電体層7が固着形成された発電体1を製造することができる。

【0042】上述した発電体1の製造方法においては、流体拡散層5に集電体層7を直接形成するため、発電体1を構成する際の部品点数、及び組み立て工数を削減することができるため、大幅なコストダウンが可能とされており、安価に発電体1を製造することが可能である。

【0043】また、上記においては、導電性ペーストをスクリーン印刷することにより集電体層7を形成してい

るが、集電体層7の形成方法はこれに限定されるものではなく、従来の公知の薄膜形成方法により形成することができる。例えばスパッタリング、蒸着、メッキ等の手法により形成することができる。これらの手法により形成された集電体層7は、純粹に金属からなる集電体層7とされるため電気特性に優れたものとされ、好適である。

【0044】ここで、流体拡散層5としてカーボンベー  
バー等の多孔質材料を用いる場合には、集電体層7の厚  
みを、集電体層7が一体として電気的に接続が保たれる  
ような強度を有する膜厚を設定するようとする。

【0045】また、メッキにより集電体層7を形成する  
場合には、例えば電解メッキを採用することができ、また、  
メッキ層の下地に金属薄膜を予め形成してからメッキを施しても良い。ただし、メッキの場合には、湿式手  
段となるため、メッキ処理後の多孔質層への液残りには  
十分留意する必要がある。

【0046】また、図2に示すような発電体1の発電体構造は、例えば以下のようにして連続工程で作製するこ  
とができる。すなわち、図11に示すように、まず、ブ  
ロトン伝導体と触媒電極層と流体拡散層とがこの順で積  
層されたフィルム16を巻きだしロール17から巻き出し、一対のロール18a, 18bにより矢印Gの方向に搬送する。

【0047】続いて、搬送されたフィルム16の一方の  
主面上、すなわち流体拡散層側の主面上に、一対のロー  
ル19a, 19bにより導電性接着剤ペースト20をロ  
ール印刷して、さらに矢印Gの方向に搬送する。

【0048】そして、加熱部21を通過させて導電性接  
着剤ペースト20を加熱硬化させることにより導電体層  
を形成する。

【0049】以上により、図12に示すような発電体構造を構成することができる。そして、このような発電体構造を水素側と酸素側とでそれぞれ構成し、張り合わせることにより発電体を形成することができる。また、図11においては、フィルム16の一主面側のみに加工を施しているが、両面を同時に加工することも可能であり、水素側と酸素側とにおいて一括して発電体構造を構成し、発電体を形成することもできる。

【0050】したがって、本発明に係る発電体構造及び  
発電体は、以上のような連続工程を行うことによりイン  
ラインで効率的に作製することができるため、コストを低減  
することが可能とされており、高品質の発電体を安価に提供することができる。

【0051】さらに、本発明に係る発電体構造では、導  
電体層7は必ずしも流体拡散層5の触媒電極層4と反対  
側の主面に配される必要はなく、導電体層7は流体拡散  
層5の触媒電極層4側の主面に固着形成されても良い。  
このような発電体構造は、例えば以下のようにして連続

工程で作製することができる。すなわち、図13に示す  
ように、まず、プロトン伝導体と触媒電極層とが積層さ  
れたフィルム31を巻き出しロール32から巻き出し、  
一対のロール33a, 33bにより矢印Gの方向に搬送  
する。

【0052】続いて、搬送されたフィルム31の一方の  
主面上、すなわち触媒電極層側の主面上に、一対のロー  
ル34a, 34bにより導電性接着剤ペースト35をロ  
ール印刷して加熱部36を通過させることにより導電体  
層を形成し、さらに矢印Gの方向に搬送する。

【0053】続いて、搬送されたフィルム31の一方の  
主面上、すなわち、導電性接着剤ペースト35がロール  
印刷された側の主面上に、巻きだしロール37から巻き  
出された流体拡散層フィルム38を一対のロール39  
a, 39bによりラミネートする。

【0054】以上により、図14に示すような発電体構  
造を構成することができる。なお、図14に示す発電体  
構造においては、印刷された導電性接着剤ペースト35  
と導電性接着剤ペースト35との間が上述した開口部6  
に相当する。そして、このような発電体構造を水素側と  
酸素側とでそれぞれ構成し、張り合わせることにより発  
電体を形成することができる。また、図13において  
は、フィルム31の一主面側のみに加工を施している  
が、両面を同時に加工することも可能であり、水素側と  
酸素側とにおいて一括して発電体構造を構成し、発電体  
を形成することもできる。

【0055】したがって、本発明に係る発電体構造及び  
発電体は、以上のような連続工程を行うことによりイン  
ラインで効率的に作製することができるため、コストを低減  
することが可能とされており、高品質の発電体を安価に提供  
することができる。

【0056】また、上記においては、流体拡散層5の主  
面に集電体層7を直接形成することにより流体拡散層5  
に集電体層7を固着形成する場合について説明したが、  
本発明においては、集電体層7は流体拡散層5に固着形  
成される点が重要であり、直接形成されることに限定さ  
れるものではない。すなわち、本発明においては、導電  
体からなる集電体層7を例えば導電性接着剤により固着  
して発電体を構成しても良い。ここで、集電体としては  
金属からなるものが好適であり、例えば金属箔、金属  
板、金属線等を用いることができる。このような構成と  
した場合においても、流体拡散層5の主面に集電体層7  
を直接形成した場合と同様に発電体を加圧することなく  
集電体層と流体拡散層との接触、すなわちMEAと集電  
体層との間の電気的接続が確実に確保され、MEAと集  
電体層との間の抵抗値を大幅に低減することが可能とさ  
れ、その結果、発電効率を向上させることができる。

【0057】また、集電体層7が流体拡散層5の触媒電  
極層4と反対側の主面上に導電性接着剤により固着され  
るため、集電体層7と流体拡散層5との接触平面は均等

に且つ確実に接触した状態とされて電気的接続が確保されており、集電体層7と流体拡散層5との接触平面内における圧力分布にはばらつきが生じることが無く、部分的に非常に大きな抵抗値を示す等の状況も起こり得ない。したがって、集電体層7と流体拡散層5との接触面内における圧力分布や接触面積に起因した集電効率、発電効率の低下が生じることが防止され、安定した発電を行うことが可能とされる。

【0058】また、集電体層7が流体拡散層5の触媒電極層4と反対側の主面上に導電性接着剤により固着されることにより集電体層7と流体拡散層5との接触、すなわちMEAと集電体層との間の電気的接続が確実になされるため、集電効率、発電効率の低下を補うために集電体層7自体の厚みを増す必要が無く、また、MEAと集電体層7との間の接触を確保するためのボルト締結などの加圧手段を備える必要がない。したがって、発電体及びこれを用いる燃料電池の小型化・薄型化を実現することが可能とされる。そして、薄型化が可能とされるため、スタック型として用いる場合には、より多くの発電体を積層することが可能となり、より発電容量の大きな燃料電池の実現が可能とされる。

【0059】そして、上述したような加圧手段を備える必要がないため、発電体の構造を簡略化することができ、また、これにより発電体を製造する際の部品点数、組み立て工数を削減することができるため、大幅なコストダウンが可能とされ、安価に発電体を提供することが可能とされる。

【0060】なお、本発明に係る発電体は、小型のもの、すなわち小規模なものに限定されることはなく、大面积を有する大規模な発電体、及び燃料電池にも適用することが可能である。すなわち、本発明に係る発電体は、集電効率、発電効率に優れたものとされているため、従来と同等の規模の大きさとした場合には、従来の発電体、燃料電池と比して大幅に発電容量が大きなものとされるため、使用電力のより大きな用途にも使用することが可能とされ、使用用途の自由度が大きなものとされる。すなわち、本発明に係る発電体は、例えばカード型等の小さな燃料電池から、自動車用などの大きな燃料電池まで、あらゆるサイズの燃料電池に適用可能である。

【0061】また、本発明は、燃料として水素を直接供給する場合に限られるものではなく、例えばメタノール等を燃料として供給する発電形式等にも幅広く適用することが可能である。

【0062】次に、本発明に係る燃料電池について説明する。図15は、複数の発電体を内蔵する燃料電池の一例を示すものである。本例では、一対の筐体41内に4つの発電体42、43、44、45が水素供給部46の両面に配置され、また、一対の筐体41には上下両面に空気取り込み口47が設けられている。そして、水素供

給部46には、外部燃料源と接続するための燃料継ぎ手48が設けられている。

【0063】ここで、4つの発電体として上述した発電体1が用いられており、その両面には、それぞれ水素側集電体層7a及び酸素側集電体層7bが設けられている。そして、4つの発電体1は、それぞれの水素側集電体層7aが水素供給部46と対向するように配される。また、発電体1の酸素側集電体には、発電体1により得られた電気を外部に取り出すための外部端子49が接続されている。

【0064】以上のような燃料電池を発電運転させる場合には、4つの発電体42、43、44、45に対して、水素供給部46から水素を供給し、また、通気孔47を通して酸素を含む空気を供給する。これにより、発電体1のMEA2内における水素と酸素との電気化学反応によって電気が発生し、これが外部端子49より外部に取り出される。

【0065】以上のような本発明に係る燃料電池においては、導電体層7が流体拡散層の主面上に固着形成されることにより発電体1が構成されている。これにより、この燃料電池では、発電体1において当該発電体1を加圧することなく触媒電極層4と導電体層7との電気的な接続が確実に確保することが可能とされている。その結果、本発明に係る燃料電池では、発電体1において触媒電極層4と導電体層7との間の抵抗値を大幅に低減することが可能とされるため、発電効率に優れた燃料電池を実現されている。

#### 【0066】

【発明の効果】本発明に係る発電体構造は、プロトン伝導体膜と、面状電極と、流体拡散層と、導電体層とが積層されてなる発電体構造であって、上記導電体層が、上記流体拡散層の主面上に固着形成されてなるものである。

【0067】以上のような本発明に係る発電体構造は、導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されている。これにより、この発電体では、発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続を確実に確保することが可能とされる。したがって、本発明に係る発電体構造では、面状電極と導電体層との間の抵抗値を大幅に低減することが可能とされるため、発電効率に優れた発電体構造を実現することができる。

【0068】本発明に係る発電体は、プロトン伝導体膜と、当該プロトン伝導体膜を挟む一对の面状電極と、当該一对の面状電極を挟む一对の流体拡散層と、当該一对の流体拡散層に当接する一对の導電体層とを備え、上記一对の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層が、上記流体拡散層の主面上に固着形成されてなるものである。

【0069】以上のように構成された本発明に係る発電体は、導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されて

いる。これにより、この発電体では、発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続を確実に確保することが可能とされる。したがって、本発明に係る発電体では、面状電極と導電体層との間の抵抗値を大幅に低減することが可能とされるため、発電効率に優れた発電体を実現することができる。

【0070】また、本発明に係る燃料電池は、発電体に燃料及び酸化剤を供給することにより発電する燃料電池であって、プロトン伝導体膜と、当該プロトン伝導体膜を挟む一对の面状電極と、当該一对の面状電極を挟む一对の流体拡散層と、当該一对の流体拡散層に当接する一对の導電体層とを備え、当該一对の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層が上記流体拡散層の主面上に固着形成されてなる発電体を有するものである。

【0071】以上のように構成された本発明に係る燃料電池は、燃料電池内に備える発電体が、導電体層が流体拡散層の主面上に固着形成されることにより構成されている。これにより、この燃料電池では、その発電体において当該発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続を確実に確保することが可能とされている。したがって、本発明に係る燃料電池では、発電体において面状電極と導電体層との間の抵抗値を大幅に低減することが可能とされるため、発電効率に優れた燃料電池を実現することができる。

【0072】また、本発明に係る発電体構造の製造方法は、プロトン伝導体膜と、面状電極と、流体拡散層と、導電体層とを積層する発電体構造の製造方法であって、上記導電体層を上記流体拡散層の主面上に固着形成するものである。

【0073】以上のような本発明に係る発電体構造の製造方法においては、流体拡散層の主面上に導電体層を固着形成する。これにより、この発電体構造の製造方法では、発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続が確実に確保された発電体構造を構成することが可能とされている。したがって、本発明に係る発電体構造の製造方法によれば、面状電極と導電体層との間の抵抗値を大幅に低減することが可能とされるため、発電効率に優れた発電体構造を実現することができる。

【0074】また、本発明に係る発電体の製造方法は、プロトン伝導体膜と、当該プロトン伝導体膜を挟む一对の面状電極と、当該一对の面状電極を挟む一对の流体拡散層と、当該一对の流体拡散層に当接する一对の導電体層とを備える発電体の製造方法であって、上記一对の導電体層のうち少なくとも一方の導電体層を上記流体拡散層の主面上に固着形成するものである。

【0075】以上のような本発明に係る発電体の製造方法においては、流体拡散層の主面上に導電体層を固着形成する。これにより、この発電体の製造方法では、発電体を加圧することなく面状電極と導電体層との電気的な接続が確実に確保された発電体を構成することが可能と

されている。したがって、本発明に係る発電体の製造方法によれば、面状電極と導電体層との間の抵抗値を大幅に低減することが可能とされるため、発電効率に優れた発電体を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用して構成した発電体の基本構成を示す斜視図である。

【図2】本発明を適用して構成した発電体の断面図である。

10 【図3】本発明を適用して構成した発電体の正面図である。

【図4】集電体層の形成方法を説明する図である。

【図5】流体拡散層上における導電性ペーストの印刷パターンの一例を示す平面図である。

【図6】流体拡散層上における導電性ペーストの印刷パターンの一例を示す断面図である。

【図7】流体拡散層上における導電性ペーストの印刷パターンの一例を示す平面図である。

20 【図8】流体拡散層上における導電性ペーストの印刷パターンの一例を示す断面図である。

【図9】流体拡散層上における導電性ペーストの印刷パターンの一例を示す平面図である。

【図10】流体拡散層上における導電性ペーストの印刷パターンの一例を示す断面図である。

【図11】本発明に係る発電体構造の製造工程を説明する図である。

【図12】本発明に係る発電体構造の一例を示す断面図である。

30 【図13】本発明に係る発電体構造の製造工程を説明する図である。

【図14】本発明に係る発電体構造の一例を示す断面図である。

【図15】本発明に係る燃料電池の一例を示す分解断面図である。

【図16】一般的なプロトン伝導体膜を用いた燃料電池の一例を示す模式図である。

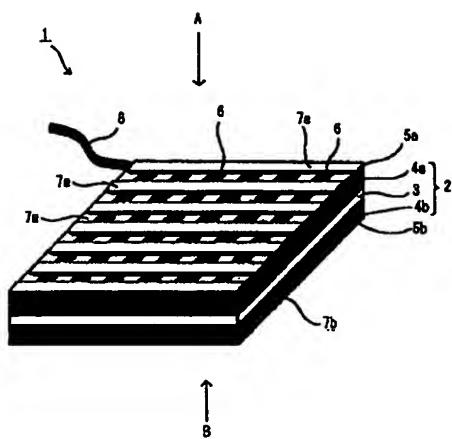
【図17】従来の燃料電池の一例を示す分解斜視図である。

【符号の説明】

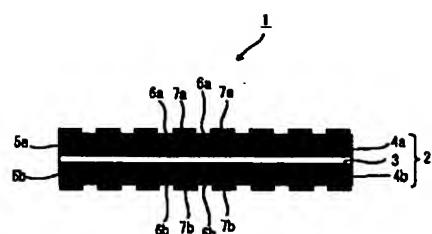
- |    |                |
|----|----------------|
| 40 | 1 発電体          |
|    | 2 MEA (膜電極複合体) |
|    | 3 プロトン伝導体      |
|    | 4 触媒電極層        |
|    | 5 流体拡散層        |
|    | 6 開口部          |
|    | 7 集電体層         |
|    | 8 端子           |
|    | 11 スクリーン       |
|    | 12 開口部         |
| 50 | 13 導電性ペースト     |

## 14 スキー

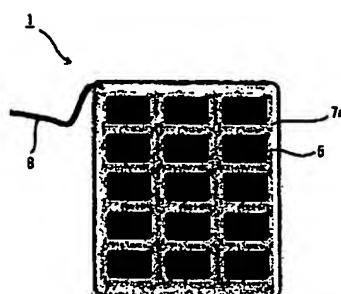
【図1】



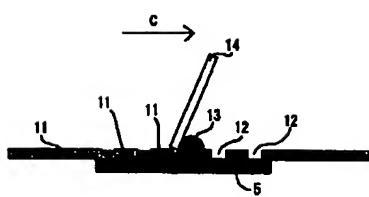
【図2】



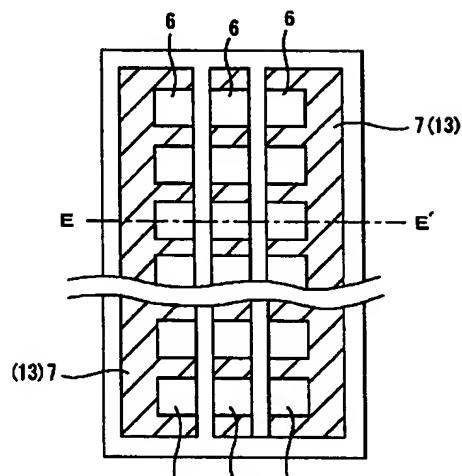
【図3】



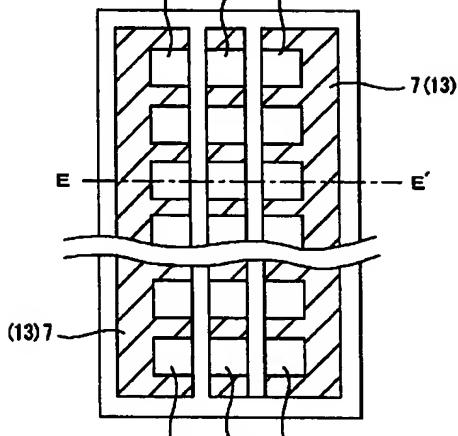
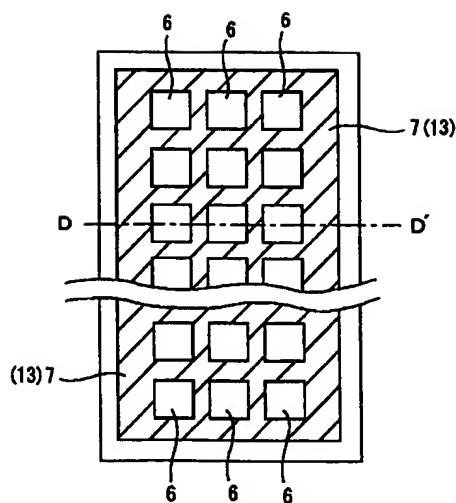
【図4】



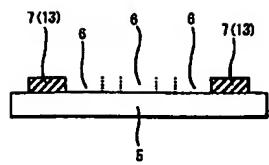
【図7】



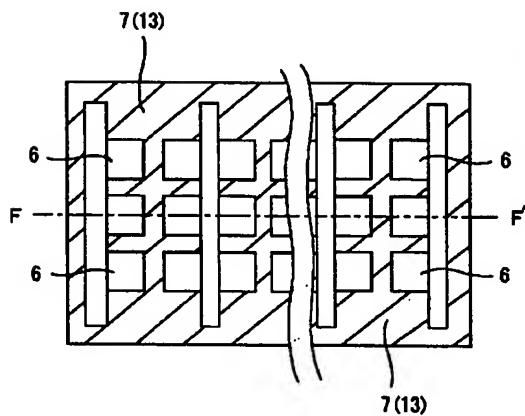
【図5】



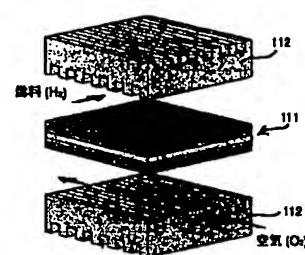
【図8】



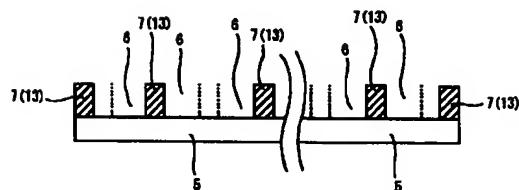
【図9】



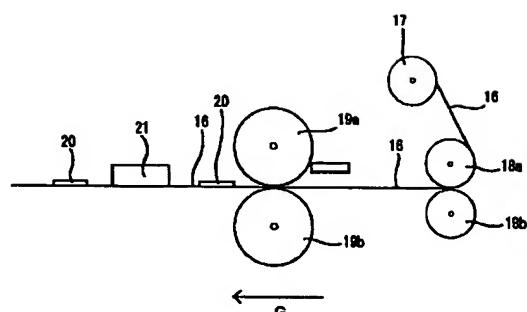
【図17】



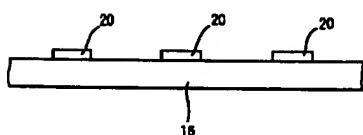
【図10】



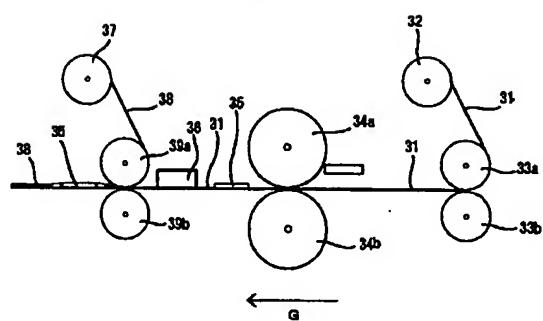
【図11】



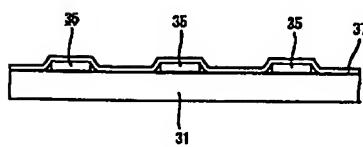
【図12】



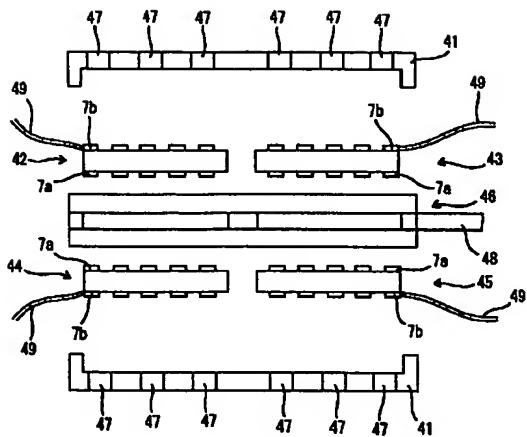
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

